

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-249860

(43)Date of publication of application : 06.09.2002

(51)Int.Cl.

C22F 1/04
B23K 20/12
// C22F 1/00
B23K103:10

(21)Application number : 2001-046019

(71)Applicant : NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED INDUSTRIAL &
TECHNOLOGY

(22)Date of filing : 22.02.2001

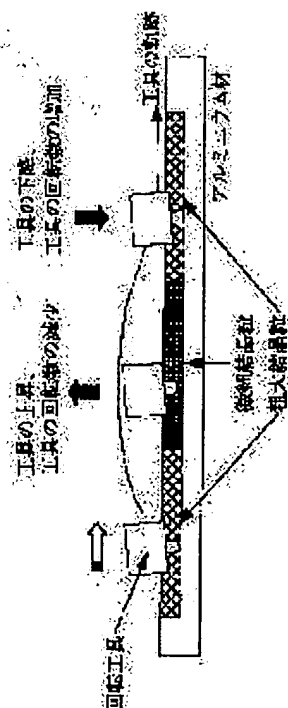
(72)Inventor : SHIGEMATSU KAZUNORI
SAITO TAKAFUMI
NAKAMURA MAMORU

(54) METHOD FOR CONTROLLING STRUCTURE OF ALUMINUM OR ALUMINUM ALLOY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for controlling the structure of aluminum or aluminum alloy.

SOLUTION: A tool rotating at high speed is brought into contact with the surface of an aluminum or aluminum-alloy member to combine the heat treatment effect of the frictional heat between the tool and the member surface on the tool with the mechanical stirring effect of the tool on the member, by which the structure of the aluminum or aluminum alloy can be controlled. In this method for controlling the structure of the aluminum or aluminum alloy, the number of revolutions of the tool is changed and/or the area of the part where the tool and the member come into contact with each other is arbitrarily changed, by which the amount of the generated frictional heat can be controlled and the heat treatment temperature of the member can be changed into an arbitrary value and, as the result, the grain size and structure of the member can be controlled to arbitrary size.



THIS PAGE BLANK (08PT0)

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-249860
(P2002-249860A)

(43) 公開日 平成14年9月6日(2002.9.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
C 2 2 F 1/04		C 2 2 F 1/04	A 4 E 0 6 7
B 2 3 K 20/12	3 1 0	B 2 3 K 20/12	3 1 0
// C 2 2 F 1/00	6 0 4	C 2 2 F 1/00	6 0 4
	6 8 5		6 8 5 Z
B 2 3 K 103:10		B 2 3 K 103:10	
審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 6 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-46019(P2001-46019)

(22) 出願日 平成13年2月22日(2001.2.22)

(71) 出願人 301021533

独立行政法人産業技術総合研究所
東京都千代田区霞が関1-3-1

(72) 発明者 重松 一典

愛知県大府市若草町2丁目249番地 リン
ピア桂302号

(72) 発明者 齋藤 尚文

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字段之上40
番1号パークサイドウィスタリア206号

(72) 発明者 中村 一守

愛知県名古屋市名東区平和が丘1丁目70番
地 猪子石住宅6棟201号

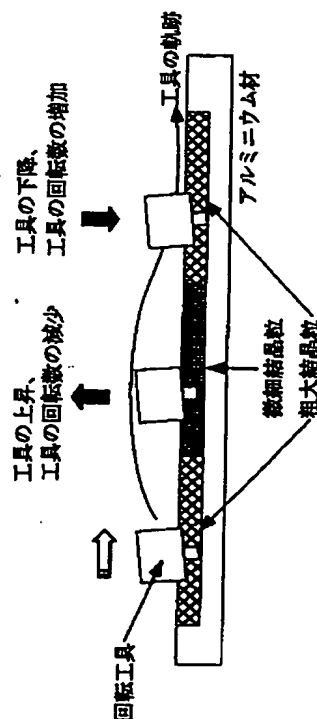
Fターム(参考) 4E067 AA05 BG00 DC07

(54) 【発明の名称】 アルミニウム及びアルミニウム合金の組織制御法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 アルミニウム及びアルミニウム合金の組織制御方法を提供する。

【解決手段】 アルミニウム乃至アルミニウム合金部材の表面に高速回転する工具を接触させ、工具と部材表面の摩擦熱による部材の熱処理効果と、工具による部材の機械的攪拌効果との併用によりアルミニウム乃至アルミニウム合金の組織制御を行う方法であって、工具の回転数を変化させること、及び／又は工具と部材が接触する部分の面積を任意に変化させること、によって、発生する摩擦熱量を制御して部材の熱処理温度を任意の値に変化させ、部材の結晶粒径組織を任意の大きさに制御することからなるアルミニウム乃至アルミニウム合金の組織制御方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルミニウム乃至アルミニウム合金部材の表面に高速回転する工具を接触させ、工具と部材表面の摩擦熱による部材の熱処理効果と、工具による部材の機械的攪拌効果との併用によりアルミニウム乃至アルミニウム合金の組織制御を行う方法であって、工具の回転数を変化させること、及び又は工具と部材が接触する部分の面積を任意に変化させること、によって、発生する摩擦熱量を制御して部材の熱処理温度を任意の値に変化させ、部材の結晶粒径組織を任意の大きさに制御することを特徴とするアルミニウム乃至アルミニウム合金の組織制御方法。

【請求項2】 回転工具の、部材と接触し摩擦熱を発生する部分の直径を変化させることにより、工具と部材が接触する部分の面積を任意に変化させることを特徴とする、請求項1に記載のアルミニウム乃至アルミニウム合金の組織制御方法。

【請求項3】 回転工具の回転軸を、あらかじめ接触させる部材表面の法線方向に対して傾斜させて設置することにより、回転工具の部材に接触する部分と部材表面のなす角を0度以上10度以下にし、更に、回転工具と部材表面の距離を変化させることにより、工具と部材が接触する部分の面積を任意に変化させることを特徴とする、請求項1に記載のアルミニウム乃至アルミニウム合金の組織制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アルミニウム及びアルミニウム合金の組織制御方法に関するものであり、更に詳しくは、特に、製品形状に柔軟に対応でき、生産性良く、大きな設備を必要とせず、省エネルギーで、アルミニウム及びアルミニウム合金の結晶粒径を広い範囲にわたって制御しうる新しいアルミニウム及びアルミニウム合金の組織制御方法に関するものである。本発明は、アルミニウムならびにアルミニウム合金の組織制御による強度、硬度の制御をきわめて容易に、低コストで行うことを可能にする方法として有用である。

【0002】

【従来の技術】従来より、アルミニウム及びアルミニウム合金は、比強度が高いことから、様々な分野において、各種構造部材への応用が検討され実施されてきている。

【0003】アルミニウム及びアルミニウム合金の機械的特性は、その結晶組織に大きな影響を受けることが知られている。特に、強度や硬度は組織の結晶粒径の影響を大きく受け、一般に結晶粒径が小さいほど室温下において高強度、高硬度であることが今までの研究で明らかになっている〔Hall-Petchの式、 $\sigma = \sigma_0 + k \cdot d^{-1/2}$ 、ここで、 σ は変形応力、 σ_0 及び k は材料に依存する定数、 d は結晶粒径〕。

【0004】結晶粒径の制御方法としては、鋳造時の冷却速度の大小により、直径数十 μm から数 mm オーダーまでコントロールできることが知られている。しかし、強度等の機械的特性の向上のためには、数 μm 以下の、より細かい範囲での結晶粒径組織の制御方法が必要とされている。

【0005】結晶粒径を数 μm オーダーで制御するためには、微量の添加元素を母材のアルミニウム合金に加えることも従来から行われてきた。しかしながら、安易に他元素を利用することはコストの面からも、部材をリサイクルして再利用する際の処理を複雑にする点からも、好ましいこととは言えないのである。

【0006】このようなことから、近年では、材料に強い塑性歪みを与えることで、材料に動的な組織変化を起こし、これを利用して結晶粒を微細化する手法が検討されている。例えば、材料を繰返し押し出すことで強い歪みを与えるECAP法によれば、結晶粒径を約1 μm まで微細化しうるということが明らかになっており、材料強度も飛躍的に向上することが知られている。

【0007】しかしながら、ECAP法等の押し出し法は、押し出し形状に制限があるため、製品の形状に柔軟に対応できないこと、大きな部材を押し出すためには数百トン以上の能力をもったプレス設備が必要になること、一般に、加熱のために電気炉を必要とすること、一般に、一つの製品を数回から十数回繰返し押し出すため、生産性が悪く、多大のエネルギーを要すること、が問題点として挙げられている。

【0008】このようなことから、当技術分野において、製品形状に柔軟に対応でき、生産性良く、大きな設備を必要とせず、省エネルギーを指向した新しいアルミニウム又はアルミニウム合金の組織制御方法の開発が強く求められてきたのである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記従来技術に鑑みて、アルミニウム及びアルミニウム合金の新しい組織制御方法を開発することを目標として鋭意研究を重ねた結果、新たに見出された知見に基づきなされたものであり、本発明の解決課題とするところは、構造用材料として多くの需要が見込まれているアルミニウム及びアルミニウム合金に対する、製品形状に柔軟に対応でき、生産性良く、大きな設備を必要とせず、且つ省エネルギーを指向した新しい組織制御方法を提供することにある。すなわち、本発明は、アルミニウム及びアルミニウム合金の結晶粒径組織を広い範囲にわたって制御することが可能な新しいアルミニウム及びアルミニウム合金の組織制御方法を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明は、アルミニウム乃至アルミニウム合金部材の

表面に高速回転する工具を接触させ、工具と部材表面の摩擦熱による部材の熱処理効果と、工具による部材の機械的攪拌効果との併用によりアルミニウム乃至アルミニウム合金の組織制御を行う方法であって、工具の回転数を変化させること、及び、又は工具と部材が接触する部分の面積を任意に変化させること、によって、発生する摩擦熱量を制御して部材の熱処理温度を任意の値に変化させ、それにより、部材の結晶粒径組織を任意の大きさに制御することを特徴とするアルミニウム乃至アルミニウム合金の組織制御方法、である。また、本発明は、上記方法において、回転工具の、部材と接触し摩擦熱を発生する部分の直径を変化させることにより、工具と部材が接触する部分の面積を任意に変化させること、また、回転工具の回転軸を、あらかじめ接触させる部材表面の法線方向に対して傾斜させて設置することにより、回転工具の部材に接触する部分と部材表面のなす角を0度以上10度以下にし、更に、回転工具と部材表面の距離を変化させることにより、工具と部材が接触する部分の面積を任意に変化させること、を好ましい実施態様とするものである。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明を更に具体的に明らかにするために、図面を参照しつつ、本発明の具体的構成について詳細に説明することとする。

【0012】図1は、回転工具を用いて、アルミニウム部材のアルミニウム板4の組織制御を行う工程を示したものである。回転工具1は、アルミニウム板を摩擦する工具底面部1aでアルミニウム部材表面を摩擦し、摩擦熱を発生させる。同時に先端のピン1bを部材内部に挿入し、機械的攪拌を加えることで、部材に動的な組織変化を与えるものである。2は攪拌部、3は摩擦痕を示す。回転工具1を部材表面に沿って移動させることで、広範囲に涉って処理を行い、部材の組織を制御しうるものである。

【0013】本発明は、このとき、回転工具1の回転数を変化させること、及び、アルミニウム板を摩擦する工具底面部1aと部材の間の接触面積を変化させることにより、発生する摩擦熱量を変化させ、アルミニウム部材のアルミニウム板の熱処理温度を制御することを特徴としている。

【0014】特に、本発明においては、工具底面部1aの直径を変化させること、及び工具の底面と部材の間の位置関係を変化させることにより、工具の底面と部材の間の接触面積を変化させるものである。好適には、工具の、部材と接触し摩擦熱を発生する部分の直径は7mm～20mmであるが、これらに制限されるものではない。

【0015】図2は、工具底面1aとアルミニウム部材表面間の距離を変えることで、工具底面（ショルダー部）とアルミニウム部材の接触面積を変化させる工程を

示したものである。工具底面とアルミニウム板表面の距離は、工具底面の直径によって最適な範囲が決まるが、およそ0～0.3mmの範囲が望ましい。それより大きい場合には接触面積が小さくなることから、アルミニウム板材を十分に軟化させるに足る摩擦熱が得られず、その結果、攪拌部においてアルミニウム板材が十分な塑性流動を起こさないため、亀裂や空孔といった機械的特性に悪影響を及ぼす欠陥の発生が多くなる可能性がある。回転工具1の回転軸は工具の進行方向に対して後方に傾斜して設置されている。傾斜角は0度以上10度以下、最も好適には3～5度が望ましく、それより小さい場合には工具の底面とアルミニウム部材表面間の接触面積の増減を細かく制御することが困難になる可能性があり、逆にそれより大きい場合には接触面積を増やす際に工具をアルミニウム部材に深く挿入しなければならず、その結果、アルミニウム部材表面に生じる窪みが大きくなるという問題が生じる可能性がある。図2において、3は、工具底面とアルミニウム板表面を最も接触させた時のアルミニウム板表面位置（接触面積；大、この時の工具とアルミニウムの位置関係を位置Aと定義する。）、4は、工具底面とアルミニウム板表面をやや離れた時のアルミニウム板表面位置（接触面積；中、この場合を位置Bと定義）、5は、工具底面とアルミニウム板表面を最も離れた時のアルミニウム板表面位置（接触面積；小、この場合を位置Cと定義）を示す。

【0016】

【実施例】以下に、実施例として、工業用純アルミニウム圧延材を対象とした本発明による組織制御の例を示し、本発明の効果について明らかにする。

【0017】図3は、工具の回転数を1540rpm、移動速度を0.5mm/secで一定とし、アルミニウム部材と接触する工具底面の直径を7～10ミリまで変化させ、同時に工具底面とアルミニウム部材表面の位置関係を3段階に変化させたときの、摩擦熱によって上昇したアルミニウム部材処理部の到達温度を示している。工具位置Aとは、工具底面全面がアルミニウム部材表面に接触している状態であり、工具位置Bは、工具位置Aから工具を0.1mm上昇させ、工具底面とアルミニウム部材表面の接触面積を減じた状態であり、工具位置Cは、工具位置Aから工具を0.2mm上昇させ、接触面積を最も減じた状態である。

【0018】図4は、工具の回転数を890rpm、移動速度を0.5mm/secで一定とし、アルミニウム部材と接触する工具底面の直径を7～10mmまで変化させ、同時に工具底面とアルミニウム部材表面の位置関係を3段階に変化させたときの、摩擦熱によって上昇したアルミニウム部材処理部の到達温度を示している。工具位置A、B、Cの定義は、図3と同様である。

【0019】ここまでで、工具の回転数及びアルミニウム部材と接触する工具底面の直径、更に、工具底面と部

材表面の距離を変化させることにより、摩擦熱による部材の温度上昇を制御し、到達温度を130℃から470℃まで任意に変化させることが明らかになった。

【0020】表1は、処理中の工業用純アルミニウムの到達温度と、得られる組織の関係を示したものである。処理部の温度が400～470℃に達するとき、結晶粒径は100μm程度まで粗大化する。これは母材の結晶粒径を大きく上回っている。温度が380～390℃のときには、結晶粒径は50～80μm、温度が270～320℃のときには、20～40μm、200℃以下のときには、1～数μmまで微細化が可能である。

【0021】

【表1】

処理部の温度 ℃	結晶粒径 μm
400～470	100以上
380～390	50～80
270～320	20～40
200以下	1～5

【0022】図5は、本発明により結晶粒径を微細化した工業用純アルミニウムの硬度測定結果の一例である。処理部の硬度は52～57HVであり、母材の37～41HVに比べて上昇していることが分かる。

【0023】図6は、動的に工具底面と部材表面の接触面積を変化させることにより、場所ごとに異なる結晶粒径を有する部材を作成する工程を示している。このように、本発明によれば、部材の必要とされる部位にのみ、局所的に強度及び硬度を高める処理を施すことが可能であり、効率的であるばかりかコストの低減に寄与できる。

【0024】以上、本発明の代表的な実施例として、工業用純アルミニウムに適用した例について詳述してきたが、本発明は、そのような具体例にのみ限定して解釈されるものではなく、JIS A5083等に代表される既知のアルミニウム合金にも同様に実施されうるものである。

【0025】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、従来の押出しや圧延に比べて簡便で、部材の形状の自由度が大きい上、処理条件によって結晶粒径を1μmから100μmの幅広い範囲内で任意に制御することができる。

【0026】また、動的に処理条件を変更することで、局所的に部材の結晶粒径を制御することが可能であり、それにより、部材の必要とされる部位にのみ、局所的に強度及び硬度を高める処理を施すことが可能である。また、このような処理の後に、必要であれば、強化及び硬化処理を施していない部位に対して、容易に切削加工、

塑性加工等を実施することができる。

【0027】更に、本発明によれば、添加元素を母材のアルミニウム合金に加えることなく、加熱のための電気炉も必要なく、更には、大型プレスのような特殊設備を必要としないことから、アルミニウムならびにアルミニウム合金の組織制御による強度、硬度の制御を従来法に比べてきわめて容易に、低コストで行うことができる。

【0028】そして、それらの結果として、アルミニウムならびにアルミニウム合金の機械的構造物等への適用が促進され、その工業的な利用が大きく拡大することが期待される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わるアルミニウム及びアルミニウム合金の組織制御方法を実施しうる装置の一例を示す模式図である。

【図2】本発明に係わる回転工具と、組織制御を実施されるアルミニウム及びアルミニウム合金部材表面の位置関係を示す説明図である。

【図3】本発明により組織制御を実施した際に、工具の回転数が1540rpmの時の、工具底面の直径、ならびに工具と工業用純アルミニウム材表面の位置関係が、処理中の工業用純アルミニウム材の到達温度に与える影響を示す説明図である。

【図4】本発明により組織制御を実施した際に、工具の回転数が890rpmの時の、工具底面の直径、ならびに工具と工業用純アルミニウム材表面の位置関係が、処理中の工業用純アルミニウム材の到達温度に与える影響を示す説明図である。

【図5】本発明により結晶粒径を微細化した工業用純アルミニウムの硬度分布測定例を示す説明図である。

【図6】本発明に係わるアルミニウム及びアルミニウム合金の組織制御方法に従って、回転工具の高さ又は回転数を動的に変化させることにより、アルミニウム部材の任意の場所の結晶粒径を、任意の大きさに制御できることを示す模式図である。

【符号の説明】

(図1の符号の説明)

- 1 回転工具
- 1a アルミニウム板を摩擦する工具底面
- 1b ピン
- 2 攪拌部
- 3 摩擦痕
- 4 アルミニウム板

(図2の符号の説明)

- 1 回転工具
- 1a 工具底面
- 1b ピン
- 2 工具の回転軸
- 3 工具底面とアルミニウム板表面を最も接触させた時のアルミニウム板表面位置(接触面積;大、位置A)

4 工具底面とアルミニウム板表面をやや離れた時のアルミニウム板表面位置（接触面積：中、位置B）

5 工具底面とアルミニウム板表面を最も離れた時のアルミニウム板表面位置（接触面積：小、位置C）

（図3、図4の符号の説明）

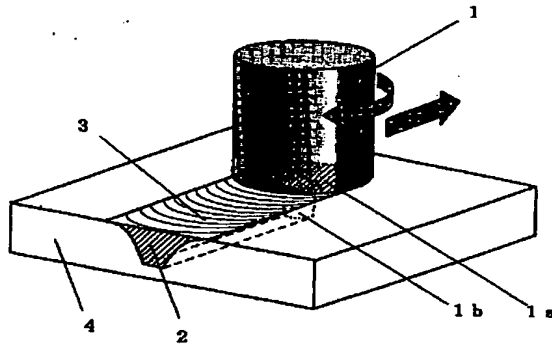
A 工具底面とアルミニウム板表面を最も接触させた

時のアルミニウム板表面位置（接触面積：大）

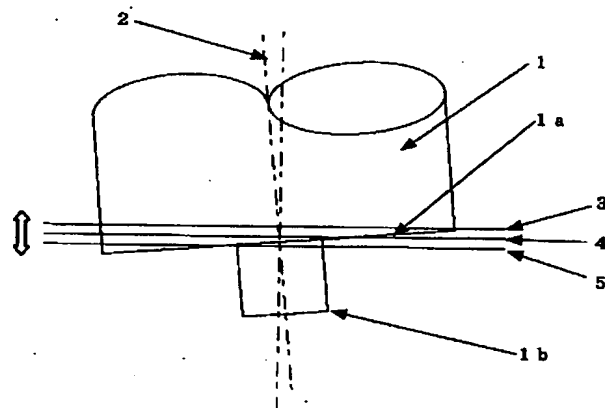
B 工具底面とアルミニウム板表面をやや離れた時のアルミニウム板表面位置（接触面積：中）

C 工具底面とアルミニウム板表面を最も離れた時のアルミニウム板表面位置（接触面積：小）

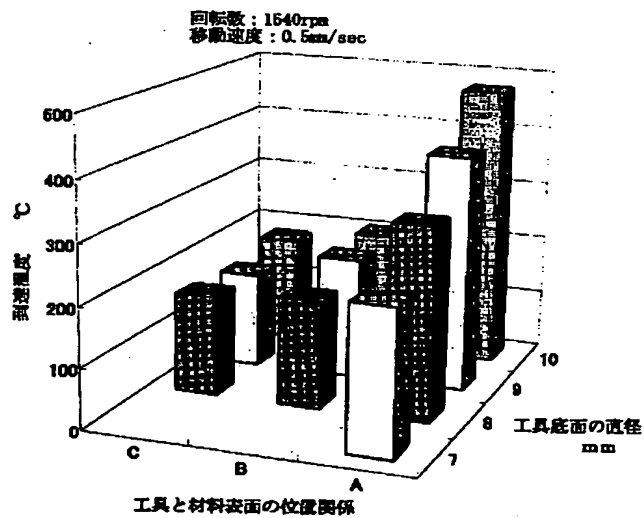
【図1】



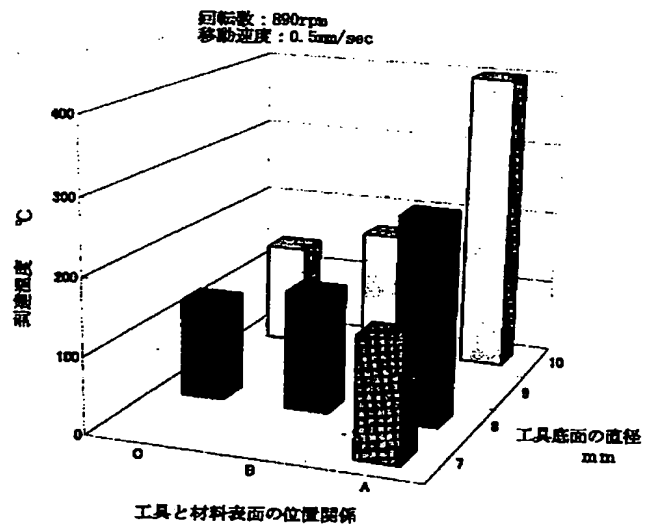
【図2】



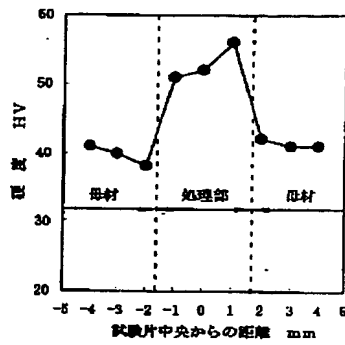
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

